

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-308560

(43)Date of publication of application : 17.11.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 33/00

(21)Application number : 09-118025

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 08.05.1997

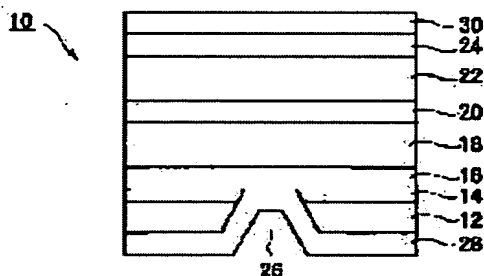
(72)Inventor : NITTA KOICHI

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize high density integration and high rate driving by forming an n side electrode and a p side electrode on the opposite sides of a light emitting element thereby reducing the chip size and simplifying the fabrication and assembling processes.

SOLUTION: An opening 26 is made through a part of a sapphire substrate 12 and a buffer layer 14. An n side electrode 28 is deposited on the rear of the substrate 12 while touching an n-type contact layer 16 at the part of the opening 26. On the other hand, a p side electrode 30 is deposited on a p-type contact layer 24. Since the n side electrode 28 and the p side electrode 30 are formed on the opposite sides of a light emitting element 10, chip size can be reduced. Consequently, fabrication cost of the chip can be reduced while realizing high integration and high rate driving.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-308560

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-118025

(22) 出願日 平成9年(1997)5月8日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 新 田 康 一

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会

社東芝川崎事業所内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外 3 名)

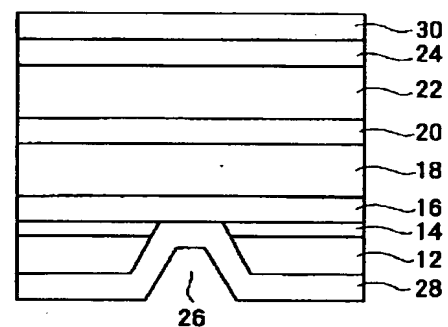
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子および発光装置

(57) 【要約】

【課題】 製造工程と組立工程がいずれも簡易であり、チップ・サイズの縮小が容易で、高密度集積化ならびに高速駆動が可能である半導体発光素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 サファイアなどの絶縁性の基板上に窒化物系半導体の積層構造体を堆積した構造を有する半導体発光素子において、基板の一部に窒化物系半導体層まで達する開口を設け、その開口を介して一端の電極を形成することによって、p側電極とn側電極とをそれぞれ発光素子の反対面側に形成する。さらに、基板側にp側電極が配置されるように形成することによって、電流をの拡散を抑制して容易に閉じこめることができ、高性能かつ集積化の容易な半導体レーザを簡易な工程で製造することができる。

10



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁性の基板と、前記基板の第1の主面上に堆積された少なくとも1層の第1導電型の窒化物系半導体の層と、発光を生ずる活性層としての窒化物系半導体の層と、前記活性層としての窒化物系半導体の層の上に堆積された少なくとも1層の第2導電型の窒化物系半導体の層と、を有し、

前記基板の一部に設けられた開口であって、前記基板を貫通して前記少なくとも1層の第1導電型の窒化物系半導体の層のいずれかに到達する開口と、

前記基板の第2の主面上に堆積された導電性の材料により構成され、前記開口の底部において、前記少なくとも1層の第1導電型の窒化物系半導体の層のいずれかに接続されている第1の電極層と、

前記第2導電型の窒化物系半導体の層の上に形成され、前記少なくとも1層の第2導電型の窒化物系半導体の層のいずれかに接続されている第2の電極層と、を備えたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】前記第1の電極層は、その層厚が薄く構成されていることにより、前記活性層としての窒化物系半導体の層で生ずる前記発光を透過させて前記開口の前記底部から取り出せるようにされていることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】前記開口は、熱伝導性の高い材料により充填されていることにより、前記活性層としての窒化物系半導体の層の近傍で生ずる熱を外部に放出させて発光素子の温度の上昇を抑制するようにされていることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項4】前記第1導電型はp型とされ、前記第2導電型はn型とされることによって、前記開口の前記底部において前記第1の電極層から供給された電流が前記窒化物系半導体の層の面内方向に拡がることを抑制されるように構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【請求項5】前記開口は、ストライプ状に形成され、前記電流をストライプ状に制限して前記活性層としての窒化物系半導体の層に供給することによりレーザ発振を生ずる利得ガイド型の構成を有することを特徴する請求項4記載の半導体発光素子。

【請求項6】第1の端子と、第2の端子と、前記第1の端子に接続されている配線パターンを有する実装部材と、前記実装部材の前記配線パターン上に、前記第2の電極層が接合されることによって実装されている請求項2記載の半導体発光素子と、前記半導体発光素子の前記第1の電極層と前記第2の端子とを接続している配線と、を備えたことを特徴とする発光装置。

【請求項7】第1の端子と、第2の端子と、

前記第1の端子に接続されている配線パターンを有する実装部材と、

前記実装部材の前記配線パターン上に、前記第1の電極層が接合されることによって実装されている請求項3記載の半導体発光素子と、

前記半導体発光素子の前記第2の電極層と前記第2の端子とを接続している配線と、

10 を備えたことを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光素子および発光装置に関する。より詳しくは、本発明は、窒化物系半導体を用いた発光素子において、p側電極とn側電極とをそれぞれ素子の反対面上に配置することにより、チップ・サイズの小型化と高集積化とを可能とし、さらに製造及び組立工程を簡略化できる半導体発光素子および発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】窒化物系のIII-V族化合物半導体である $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x, y \leq 1, x+y \leq 1$ )系半導体は、直接遷移型の半導体であり、組成x及びyを制御することによってバンドギャップが1.89～6.2 eVまで変化するために、LEDや半導体レーザの材料として有望視されている。特に、青色の波長領域で高輝度に発光させることができれば、各種光ディスクの記録容量を倍増させ、表示装置のフルカラー化を可能にすることができる。そこで、 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ 系半導体を用いた青色発光素子は、特性の安定化と信頼性の向上に向けて急速に開発が進められている。なお、本明細書において「 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 」という時は、組成比x及びyを零から1の範囲で変化させたすべての組成を含みうるものとする。例えば、 $\text{GaN}$  ( $x=0, y=0$ )も「 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ 」に含まれるものとする。

【0003】このような窒化物系半導体を用いた従来の青色発光素子の構造を開示した参考文献としては、特開平5-63236号公報を挙げることができる。

40 【0004】図7は、このような従来の青色発光素子の構造を表す概略断面図である。発光素子100は、サファイア基板112上に積層されたpn接合を含む半導体の多層構造を有する。サファイア基板112上には、バッファ層114、n型コンタクト層116、n型クラッド層118、活性層120、p型クラッド層122およびp型コンタクト層124がこの順序で形成されている。

【0005】バッファ層114の材料は、例えばn型の $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ とすることができる。n型コンタクト層116は、n側電極134とのオーミック接触

を確保するように高いキャリア濃度を有するn型の半導体層であり、その材料は、例えば、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ とすることができる。n型クラッド層118およびp型クラッド層122は、それぞれ活性層120に光を閉じこめる役割を有し、活性層よりも低い屈折率を有することが必要とされる。その材料は、例えば、活性層120よりもバッドギャップの大きい $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ とすることができる。活性層120は、発光素子に電流として注入された電荷が再結合することにより発光を生ずる半導体層である。その材料としては、例えば、アンドープの $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ を用いることができる。p型コンタクト層124は、p側電極とのオーミック接触を確保するように高いキャリア濃度を有するp型の半導体層であり、その材料は、例えば、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ とすることができる。

【0006】p型コンタクト層124の上には、p側電極層126が堆積されている。また、n型コンタクト層118の上には、n側電極層134が堆積されている。

【0007】p型コンタクト層124の上の一部には、電流阻止層130が形成されている。電流阻止層130の上にはAu電極132が堆積され、その一部分は第2の電極126と接触している。Au電極132は、ボンディング・パッドとしての役割を有し、駆動電流を素子に供給するためのワイアがボンディングされる。

【0008】電流阻止層130は、Au電極132の下で発光が生ずるのを抑制する役割を有する。

【0009】すなわち、図7に示した発光素子では、活性層で生じた発光を電極層126を透過して上方に取り出すようにされている。しかし、ボンディング・パッド部132では電極の厚さが厚いために光を透過させることができない。従って、電極32の下で生ずる発光は、外部に取り出すことができず無駄となる。そこで、電流阻止層130を設けることにより、電極132の下に駆動電流が注入されないようにして、光の取り出し効率を向上させるようにしている。

【0010】このような電流阻止層は、半導体レーザの場合には特に重要である。すなわち、半導体レーザにおいては、レーザ発振を起こさせるために電流を高密度に注入する必要がある。そして、電流阻止層によって電流を集中させる構造が採用されることが多い。

【0011】また、n側電極層134の上にもボンディング・パッド132が積層されている。ボンディング・パッド132は、Auを厚く堆積することにより形成することができる。さらに、ボンディング・パッド132以外の表面部分は、酸化シリコン層145により覆われている。

【0012】このような構造の発光素子100に電流を注入すると、活性層120でZnを発光中心とした青色領域の波長を有する発光が得られる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述したような従来の青色発光素子では、p側電極126とn側電極134とをいずれも素子の上面側に配置するために、チップのサイズを小さくすることが困難であった。そして、チップ・サイズを小さくできないために、チップのコストの低減や高密度集積化が困難であるという問題があった。

【0014】また、従来の発光素子100は、基板112の下面を、ステムや実装基板の実装面に接着することによって実装される。しかし、基板112はサファイアなどの絶縁性の材料からなるために、熱伝導性が必ずしも良好でなく、活性層120で発生した熱が、ステムや実装基板に放出されにくかった。その結果として、発光素子の温度が上昇しやすく、発光特性の悪化や、長期的信頼性に乏しい問題があった。さらに、従来の発光素子では、電極126、134のそれぞれにワイア・ボンディングをする工程が必要であり、組立工程が煩雑であった。また、これらのボンディングを行うために、発光素子100の周辺にそれぞれボンディング・パッドを配置することが必要とされる。したがって、高密度の集積化実装が困難であるという問題もあった。

【0015】また、従来の発光素子ではp側電極とn側電極のいずれも、ワイアにより配線するために、ワイアの寄生抵抗、寄生容量およびインダクタンスに起因して、電気的特性が制限される。従って、発光特性の立ち上がり・たち下がり時間の低減や、高速変調動作が困難であるという問題もあった。

【0016】さらに、ワイアを用いることにより、配線の機械的な強度が制限され、機械的振動や衝撃などに対する耐久性も低下しやすく、信頼性の確保が容易でなかった。

【0017】また、前述したように、電流阻止層130を選択的に形成する工程が必要とされる。特に半導体レーザの場合には、このような電流阻止層130は、電流を高密度に閉じこめるためにきわめて重要な役割を果たす。しかし、このような電流阻止層130を形成するために、製造工程が煩雑となり、製造歩留まりも低下しやすいという問題があった。

【0018】このように、従来の青色発光素子では、製造工程や組立工程が煩雑であり、さらに、コストも低減が困難であり、また、高密度集積化が困難であった。発光素子の高密度集積化が困難であると、例えば、赤・緑・青の3色の発光素子を集積化した、フルカラーの表示装置の表示密度を上げることができないという問題が生ずる。

【0019】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明は、製造工程と組立工程がいずれも簡易であり、チップ・サイズの縮小が容易で、高密度集積化ならびに高速駆動が可能である半導体光素子を提供することを目的とするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明による第1の半導体発光素子は、絶縁性の基板と、前記基板の第1の主面上に堆積された少なくとも1層の第1導電型の窒化物系半導体の層と、発光を生ずる活性層としての窒化物系半導体の層と、前記活性層としての窒化物系半導体の層の上に堆積された少なくとも1層の第2導電型の窒化物系半導体の層と、を有し、前記基板の一部に設けられた開口であって、前記基板を貫通して前記少なくとも1層の第1導電型の窒化物系半導体の層のいずれかに到達する開口と、前記基板の第2の主面上に堆積された導電性の材料により構成され、前記開口の底部において、前記少なくとも1層の第1導電型の窒化物系半導体の層のいずれかに接続されている第1の電極層と、前記第2導電型の窒化物系半導体の層の上に形成され、前記少なくとも1層の第2導電型の窒化物系半導体の層のいずれかに接続されている第2の電極層と、を備えたことを特徴とするものとして構成され、発光素子の互いに反対の面上にそれぞれp側電極とn側電極とを配置するようにして、チップ・サイズを小さくすることができ、組立工程でのワイヤ・ボンディングの回数も1回とすることができる。

【0021】また、前記第1の電極層を透光性を有するように薄く形成することにより、活性層からの発光を前記開口の前記底部から取り出せるようにして、前記第1の電極層を上に向けて実装した時に、第1の電極層へのワイヤ・ボンディングの衝撃を前記基板によって緩和することができる。

【0022】また、前記開口を熱伝導性の高い材料により充填することによって、前記第1の電極を下に向けて実装した時に、活性層で発生する熱を実装部材に効果的に放出することができる。

【0023】さらに、前記第1導電型をp型、前記第2導電型をn型とすることによって、前記開口の前記底部において前記第1の電極層から供給された電流が面内方向に拡がることを抑制するようにして、電流を容易に閉じこめることができる。

【0024】さらに、前記開口をストライプ状に形成することによって、電流をストライプ状に閉じこめてレーザ発振を生じさせる利得ガイド型の構成を容易に実現することができる。

【0025】また、本発明による発光装置は、第1の端子と、第2の端子と、前記第1の端子に接続されている配線パターンを有する実装部材と、前記実装部材の前記配線パターン上に、前記第2の電極層が接合されることによって実装されている請求項2記載の半導体発光素子と、前記半導体発光素子の前記第1の電極層と前記第2の端子とを接続している配線と、を備えたことを特徴とするものとして構成され、前記開口から発光を取り出すことができるとともに、第1の電極層にワイヤ・ボンディ

ングする際のストレスから半導体層を保護することができる。

【0026】さらに、本発明による第2の発光装置は、第1の端子と、第2の端子と、前記第1の端子に接続されている配線パターンを有する実装部材と、前記実装部材の前記配線パターン上に、前記第1の電極層が接合されることによって実装されている請求項3記載の半導体発光素子と、前記半導体発光素子の前記第2の電極層と前記第2の端子とを接続している配線と、を備えたことを特徴とするものとして構成され、活性層で発生する熱を実装部材に効果的に放出することにより、発光特性や信頼性を改善することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明は、サファイアなどの絶縁性の基板上に窒化物系半導体の積層構造体を堆積した構造を有する半導体発光素子において、基板の一部に窒化物系半導体層まで達する開口を設け、その開口を介して一端の電極を形成することによって、p側電極とn側電極とをそれぞれ発光素子の反対面側に形成するようにしたものである。さらに、基板側にp側電極が配置されるように形成することによって、電流をの拡散を抑制して容易に閉じこめることができ、高性能かつ集積化の容易な半導体レーザを簡易な工程で製造することができる。

【0028】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明による半導体発光素子の構成を表す概略断面図である。発光素子10は、紫外から緑色の間のいずれかの波長帯において発光する窒化物系半導体発光素子であり、サファイア基板12上に積層された半導体の多層構造を有する。サファイア基板12上には、バッファ層14、n型コンタクト層16、n型クラッド層18、活性層20、p型クラッド層22およびp型コンタクト層24がこの順序で形成されている。

【0029】バッファ層14の材料は、例えばn型またはアンドープの $\text{In}_{x_1}\text{Al}_{1-y_1}\text{Ga}_{1-x_1-y_1}\text{N}$  ( $0 \leq x_1 \leq 1$ ,  $0 \leq y_1 \leq 1$ )とすることができる。n型コンタクト層16は、n側電極との接触を確保するための高いキャリア濃度を有するn型の半導体層である。その材料は、例えば、 $\text{In}_{x_2}\text{Al}_{1-y_2}\text{Ga}_{1-x_2-y_2}\text{N}$  ( $0 \leq x_2 \leq 1$ ,  $0 \leq y_2 \leq 1$ )とすることができる。n型クラッド層18及びp型クラッド層22は、それぞれ活性層20に光と注入キャリアとを閉じこめる役割を有し、活性層20よりも低い屈折率と大きいバンドギャップとを有するように形成される。その材料としては、例えば、n型クラッド層18については、n型 $\text{In}_{x_3}\text{Al}_{1-y_3}\text{Ga}_{1-x_3-y_3}\text{N}$  ( $0 \leq x_3 \leq 1$ ,  $0 \leq y_3 \leq 1$ )とし、p型クラッド層22については、p型 $\text{In}_{x_4}\text{Al}_{1-y_4}\text{Ga}_{1-x_4-y_4}\text{N}$  ( $0 \leq x_4 \leq 1$ ,  $0 \leq y_4 \leq 1$ )とすることができる。

【0030】活性層20は、発光素子に電流として注入

10

20

30

40

50

された電荷が再結合することにより発光を生ずる半導体層である。その材料としては、例えば、アンドープの  $In_xAl_{1-x}Ga_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) を用いることができる。

【0031】p型コンタクト層24は、p側電極との接触を確保するための高いキャリア濃度を有するp型の半導体層である。その材料は、例えば、p型  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) とすることができる。

【0032】ここで、本発明においては、さらに、サフ  
ファイア基板12及びバッファ層14の一部を貫通する開  
口26が設けられている。そして、基板12の裏面上に  
は、n側電極28が堆積されている。このn側電極28  
は、開口26の部分でn型コンタクト層16と接触して  
いる。一方、p型コンタクト層24の上には、p側電極  
30が堆積されている。

【0033】本発明によれば、このように、n側電極2  
8とp側電極30とが、発光素子10のそれぞれ反対側  
に形成されているために、チップ・サイズを小さくす  
ることができる。その結果として、チップの製造コスト  
を低減し、高密度集積化が可能となる。例えば、本発明  
によれば、チップ・サイズを従来の青色発光素子の約半  
分にすることも可能である。その結果として、チップの  
コストを2分の1に低減することができ、さらに従来の2  
倍の密度で集積化することも可能となる。

【0034】さらに、本発明による発光素子10は、n  
側電極28或いはp側電極30のいずれかを下にして、  
ステムや実装基板上にマウントすることによって、電気  
的な接続も確保することができる。この結果として、従  
来、2回必要であったワイヤ・ボンディング工程が1回  
で済み、組立工程が簡略化されるとともに、電気的特性  
や機械的強度が改善される。

【0035】さらに、このように、n側電極28或いは  
p側電極30のいずれかをステムや実装基板に直接マウ  
ントすることにより、活性層20で発生する熱が、電極  
を介してステムまたは実装基板に直接放出される。つま  
り、本発明によれば、p側電極30を下側に向けてマウ  
ントした場合のみならず、n側電極28を下側に向けて  
マウントした場合でも、熱導電性の低い基板12を介さ  
ずに放熱することができる。その結果として、発光素子  
の発熱が抑制され、発光特性や長期的信頼性が改善され  
る。

【0036】また、発光素子10における開口26は、  
n型コンタクト層16に到達する深さを有していれば良  
く、その形状は、発光素子の構造や用途に応じて、あ  
らゆる形状とすることができる。また、開口26を形成  
する位置は、発光素子の中央部でも周辺部でも良く、適  
宜選択することができる。開口形成は、ドライエッチ  
ング、ウェットエッチング、レーザによる溶解などによ  
り行う。

【0037】また、発光素子10のn型コンタクト層1  
6のキャリア濃度が高く、層厚も厚く形成した場合は、  
n側電極26から供給された駆動電流は、n型コンタク  
ト層16内で広がり、活性層20の全面に供給されて、  
面積の大きな発光領域を得ることができる。一方、n型  
コンタクト層16のキャリア濃度を低くし、またその層  
厚も薄くすることによって、n側電極28から供給され  
た電流がn型コンタクト層16内で広がりにくくすれ  
ば、活性層20の一部分にのみ駆動電流を供給すること  
もできる。このようにすれば、発光領域を開口26の形  
状に応じて制限することができる。

【0038】次に、本発明による第2の半導体発光素子  
について説明する。図2は、本発明による第2の半導体  
発光素子の構成を表す概略断面図である。同図に示した  
発光素子10aは、サファイア基板12の上に前述した  
発光素子10と同様の半導体積層構造体を有する。そし  
て、基板12とn型バッファ層14の一部を貫通する開  
口26が設けられ、n側電極28aが堆積されている。  
しかし、発光素子10aの場合は、開口26内のn側電  
極28aの膜厚が薄く、活性層20での発光が透過する  
ように形成されている。つまり、発光素子10aは、p  
側電極30を下向きに実装して、n側電極28aを介し  
て開口26から光を取り出すことができる。

【0039】このような構成を有することにより、発  
光素子10に関して前述した種々の効果に加えて、ワイ  
ヤ・ボンディングによる劣化を抑制することができる  
という効果が生ずる。すなわち、n側電極28aにワイ  
ヤ・ボンディングするに際して、サファイア基板12の上  
の部分にボンディングすることができるので、ボンディ  
ングに伴う熱や超音波の衝撃から半導体層を保護する  
ことができる。その結果、ボンディングに伴う半導体層  
の劣化が抑制され、発光特性や信頼性が改善される。

【0040】また、n側電極28aの膜厚は、開口26  
内でのみ透光性を有するように薄くして、基板12上  
では、抵抗値が低下するように厚く形成しても良い。こ  
のようにすれば、電極の寄生抵抗値を低減することが  
できる。また、n側電極28aの膜厚は、開口26内のみ  
ならず、基板12上においても透光性を有するように薄  
く形成しても良い。このようにすれば、開口26以外の  
部分においても活性層20からの発光を透過させて取り  
出すことができるようになる。

【0041】次に、本発明による第3の半導体発光素子  
について説明する。図3は、本発明による第3の半導  
体発光素子の構成を表す概略断面図である。同図に示  
した発光素子10bも、サファイア基板12の上に前述  
した発光素子10と同様の半導体積層構造体を有する。  
そして、基板12とn型バッファ層14の一部を貫通す  
る開口26が設けられ、n側電極28bが堆積されてい  
る。ここで、発光素子10bの場合は、開口26による凹  
部がn側電極28bによって実質的に充填されている。

【0042】このような構成を有することにより、発光素子10に関して前述した種々の効果に加えて、活性層からの発熱をより効果的に放出することができるという効果が生ずる。すなわち、発光素子10bをn側電極28bを下にしてステムなどに実装した場合に、活性層20からの発熱は、開口26に充填されたn側電極28bを介して、ステムなどの実装部に直接放出される。その結果、発光素子の発熱がより効果的に抑制され、発光特性や信頼性が改善される。

【0043】また、開口26の凹部を充填する材料は、必ずしもn側電極28bと同一の材料である必要はない。例えば、n側電極を均一な厚さに堆積した後に、熱伝導性の良好な材料で、開口26の凹部を充填しても良い。但し、この材料は、熱伝導性が良好であるという点で金属であることが望ましい。

【0044】次に、本発明による第4の半導体発光素子について説明する。図4は、本発明による第4の半導体発光素子の構成を表す概略断面図である。同図に示した発光素子40は、前述した発光素子10と同様の窒化物系半導体発光素子であり、サファイア基板42上に積層された半導体の多層構造を有する。しかし、発光素子40においては、各層の導電型が、前述した発光素子10とは逆である。すなわち、発光素子40においては、サファイア基板42上に、バッファ層44、p型コンタクト層46、p型クラッド層48、活性層50、n型クラッド層52およびn型コンタクト層54がこの順序で形成されている。

【0045】ここで、各層44~54の役割や材料は、前述した発光素子10に関する説明と同様とすることができる。さらに、基板42及びバッファ層44に開口56を設け、p側電極58が堆積されている。すなわち、p側電極58は、開口56を介してp型コンタクト層46と接触している。一方、n型コンタクト層54の上には、n側電極60が堆積されている。

【0046】発光素子40は、発光素子10に関して前述した種々の効果を同様に得ることができる。さらに、図2に示した発光素子10aの場合と同様に、開口56の部分の電極58の膜厚を薄くして活性層50からの発光が透過するようにしても良い。また、図3に示した発光素子10bの場合と同様に開口56の凹部を熱伝導性の良好な材料により充填しても良い。

【0047】発光素子40で特徴的なことは、p型コンタクト層46が基板42側に配置するように積層されている点である。ここで、窒化物系化合物半導体を用いた青色発光素子のp型コンタクト層46及びp型クラッド層48は、抵抗率が比較的高いために、電流が層内で広がりにくい。その結果として、外部からp側電極58を介して開口56の部分に供給された駆動電流は面内方向にあまり広がることなく、活性層50に供給される。つまり、開口56の形状に応じて活性層50の一部分にの

み駆動電流を制限することができ、電流を容易に閉じこめることができる。

【0048】従って、本発明を半導体レーザに応用することにより、利得ガイド構造のレーザを容易に実現できる。すなわち、開口56を、例えばストライプ状に形成すれば、活性層50にストライプ状に駆動電流を供給することができ、このように注入電流を閉じこめることによってレーザ発振させることができる。

【0049】また、本発明を発光ダイオードに応用することにより、従来必要とされていた電流阻止層130が不要となる。すなわち、図7に示したような従来の発光ダイオードでは、ボンディング・パッドの下での発光を抑制するために、電流阻止層130を設ける必要があった。しかし、本発明によれば、開口56の形状に応じて電流を制限することができるので、このような電流阻止層を設ける必要がなくなり、製造工程が簡素化される。

【0050】前述した発光装置10及び40においては、n型コンタクト層、n型クラッド層、活性層、p型クラッド層及びp型コンタクト層が積層された構造を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。この他の例として、例えば、少なくともいずれかのクラッド層が省略されているような構造であっても良い。

【0051】また、各半導体層の材料系は、窒化ガリウム系半導体、すなわち $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $x+y \leq 1$ ) で表される組成の半導体から任意に選択することができる。

【0052】さらに、活性層は、2種類以上の薄い半導体層を周期的に積層させた超格子構造を有していても良い。また、n型クラッド層及びp型クラッド層を屈折率が徐々に変化するグレーデッド層としても良い。

【0053】次に、本発明による発光素子を用いた発光装置について説明する。図5は、本発明による発光装置の構成を表す概略断面図である。すなわち、同図に示した発光装置70においては、本発明による発光素子10、10b或いは40は、基板12或いは42を下側にに向けた状態でステム72にマウントされている。このマウントに際しては、発光素子10、10b或いは40の下側の電極28、28b或いは58を、導電性ペーストまたは、はんだ材を用いてステム72のマウント面に接着することにより行うことができる。このはんだ材としては、例えば、金・すず、銀ペースト、金・ゲルマニウム、金・シリコン、或いは鉛・すずなどの金属材料などを用いることができる。すなわち、このような導電性の接着剤を用いてマウントすることによって、電気的な接続も確保することができる。そして、発光素子10、40の上面の電極30、60にワイヤ74がボンディングされ、全体が樹脂76でモールドされている。

【0054】発光装置70では、搭載する発光素子の上面の電極30、60の層厚を薄くして活性層からの発光

が透過できるようにすることにより、上面から光を取り出すことができる。また、発光素子10、40の側面から放射される光をステム72の反射鏡73で反射して、前方に取り出すようにしても良い。

【0055】本発明による発光装置70は、このように、ワイヤ・ボンディング工程が1回で済み、工程が簡略化される。また、ワイヤに起因する寄生抵抗、寄生容量、インダクタンスなどが低減されるので、発光装置の電気的特性が改善され、高速駆動が可能となる。また、振動や衝撃に対する耐久性も改善され、信頼性も向上する。

【0056】さらに、このように、電極28、28b或いは56をステム72に直接マウントすることにより、活性層20、50で発生する熱を基板12、42を介さずにステム72に直接放出することができる。その結果として、発光素子の発熱が抑制され、発光特性が改善されるとともに、素子寿命などの長期的信頼性も改善される。この効果は、発光素子として図3に示した素子10bを採用した場合に、より顕著に得ることができる。

【0057】次に、本発明による第2の発光装置について説明する。図6は、本発明による第2の発光装置の構成を表す概略断面図である。すなわち、同図に示した発光装置80においては、本発明による発光素子10、10a或いは40は、基板12或いは42を上側に向けた状態でステム82にマウントされている。このマウントに際しては、発光装置70に関して前述したのと同様に、各種の導電性材料を用いて、発光素子の下側の電極30、60を、ステム82のマウント面に接着することにより行うことができる。そして、発光素子10、10a或いは40の上面の電極28、28a或いは58にワイヤ84がボンディングされ、全体が樹脂86でモールドされている。

【0058】発光装置80では、搭載する発光素子の上面の開口26、56の部分の電極28、58の層厚を薄くして活性層からの発光が透過できるようにすることにより、開口を介して上面から光を取り出すことができる。この観点からは、発光素子として、図2に示した素子10aを採用することが望ましい。また、発光素子の側面から放射される光をステム82の反射鏡83で反射して、前方に取り出すようにしても良い。

【0059】本発明による発光装置80も、発光装置70に関して前述したような各種の効果を同様に得ることができる。すなわち、ボンディング工程が簡略化され、電気的特性、発光特性および信頼性なども改善することができる。

【0060】さらに、発光装置80においては、基板12、42上の電極28、28a或いは58に対してワイヤ・ボンディングすることができる。従って、ボンディングの際の超音波や熱ストレスが半導体層にダメージを与えることを防ぐことができる。その結果として、発光

装置の信頼性を改善することができる。

【0061】なお、前述の説明では、発光装置70及び80として、ステム上に本発明による発光素子を実装した例について説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。この他の例としては、例えば、所定の配線パターンが形成されたセラミックなどの実装基板上、或いはチップ・キャリア上に本発明による発光素子を実装した発光装置を挙げることができる。

【0062】また、本発明による発光素子40において、開口56をストライプ状に形成して、利得ガイド構造の半導体レーザを形成し、この半導体レーザをステム上にマウントして、光を出射させる端面の背面に光出力をモニタするための受光素子を配置することにより、青色半導体レーザ・モジュールを構成することができる。このレーザ・モジュールにおいても、本発明による種々の効果、すなわち、製造工程の簡略化の実現や、電気的特性、発光特性或いは信頼性の改善を達成することができる。

【0063】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。

【0064】まず、本発明によれば、n側電極とp側電極とが、発光素子のそれぞれ反対側に形成されているために、チップ・サイズを小さくすることができる。その結果として、チップの製造コストを低減し、高密度集積化が可能となる。例えば、チップ・サイズに応じて、チップのコストを従来の2分の1に低減することができ、さらに従来の2倍の密度で集積化することも可能となる。

【0065】さらに、本発明によれば、n側電極或いはp側電極のいずれかを下にして、ステムや実装基板上にマウントすることによって、電気的な接続も確保することができる。この結果として、従来、2回必要であったワイヤ・ボンディング工程が1回で済み、工程が簡略化されるとともに、電気的特性や機械的強度が改善される。

【0066】さらに、このように、いずれかの電極をステムや実装基板上に直接マウントすることにより、活性層で発生する熱が、半導体層を介して電極からステムまたは実装基板上に放出される。つまり、本発明によれば、熱導電性の低い基板を介さずに放熱することができる。その結果として、発光素子の発熱が抑制され、発光特性が改善されるとともに、素子寿命などの長期的信頼性も改善される。

【0067】また、本発明によれば、開口の形状に応じて、活性層の一部分にのみ駆動電流を供給することもできる。このようにすれば、発光領域を開口の形状に応じて容易に制限することができる。従って、本発明を半導体レーザに応用することにより、利得ガイド構造のレーザを容易に実現できる。また、本発明を発光ダイオード



に应用することにより、従来必要とされていた電流阻止層が不要となる。

【0068】また、本発明によれば、電極をステム72に直接マウントすることにより、活性層20、50で発生する熱を基板12、42を介さずにステム72に直接放出することができる。

【0069】さらに、本発明によれば、基板上の電極に対してワイヤ・ボンディングすることができる。従って、ボンディングの際の超音波や熱ストレスが半導体層にダメージを与えることを防ぐことができる。その結果として、発光装置の信頼性を改善することができる。

【0070】このように、本発明によれば、高性能で高信頼性を有する半導体発光素子を簡単なプロセスにより高歩留まりで生産できるようになり、産業上のメリットは多大である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体発光素子の概略構成を表す概略断面図である。

【図2】本発明による第2の半導体発光素子の概略構成を表す概略断面図である。

【図3】本発明による第3の半導体発光素子の概略構成を表す概略断面図である。

【図4】本発明による第4の半導体発光素子の概略構成を表す概略断面図である。

【図5】本発明による発光装置の概略構成を表す概略断面図である。

【図6】本発明による第2の発光装置の概略構成を表す概略断面図である。

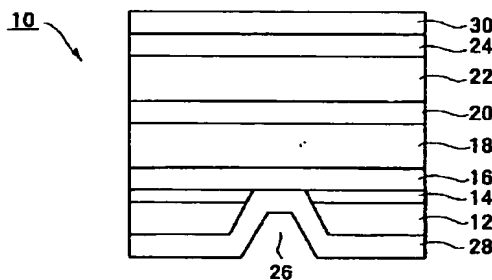
\*

\*【図7】従来の青色発光素子の構成を表す概略断面図である。

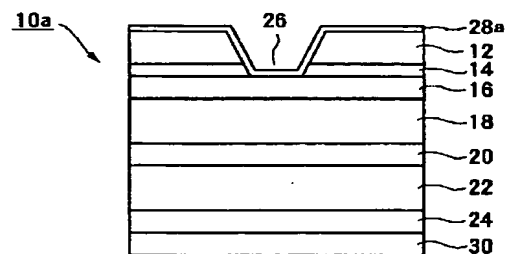
#### 【符号の説明】

10、10a、10b、40 半導体発光素子  
12、42 サファイア基板  
14、44 バッファ層  
16、46 n型コンタクト層  
18、48 n型クラッド層  
20、50 活性層  
22、52 p型クラッド層  
24、54 p型コンタクト層  
26、56 開口  
28、28a、28b、60 n側電極  
30、58 p側電極  
70、80 発光装置  
72、82 ステム  
74、84 ワイヤ  
76、86 モールド樹脂  
100 半導体発光素子  
112 サファイア基板  
114 バッファ層  
116 n型コンタクト層  
118 n型クラッド層  
120 活性層  
122 p型クラッド層  
124 p型コンタクト層  
126 p側電極  
134 n側電極

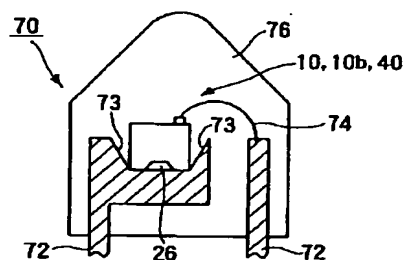
【図1】



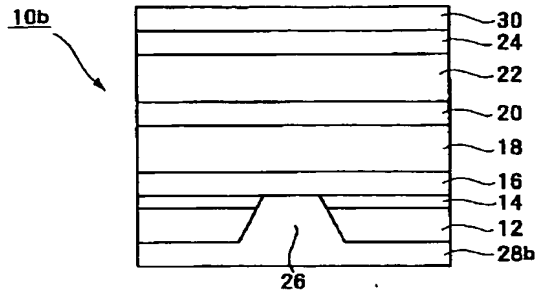
【図2】



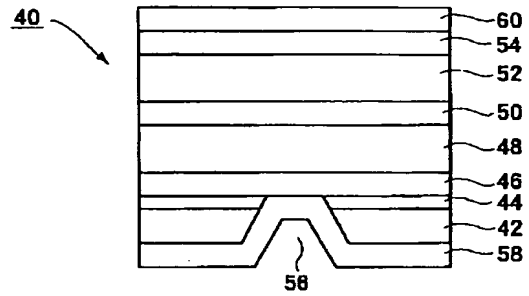
【図5】



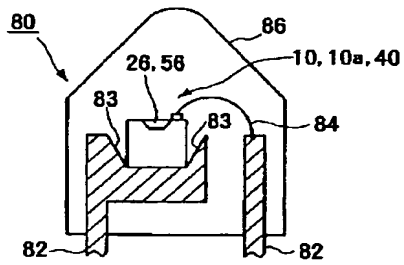
【図3】



【図4】



【図6】



【図7】

